

# IMAGE PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING METHOD AND STORAGE MEDIUM

**Publication number:** JP2002057883

**Publication date:** 2002-02-22

**Inventor:** IWAMURA KEIICHI

**Applicant:** CANON KK

**Classification:**

- international: G06T1/00; H04N1/387; H04N7/08; H04N7/081;  
G06T1/00; H04N1/387; H04N7/08; H04N7/081; (IPC1-7): H04N1/387; G06T1/00; H04N7/08; H04N7/081

- European:

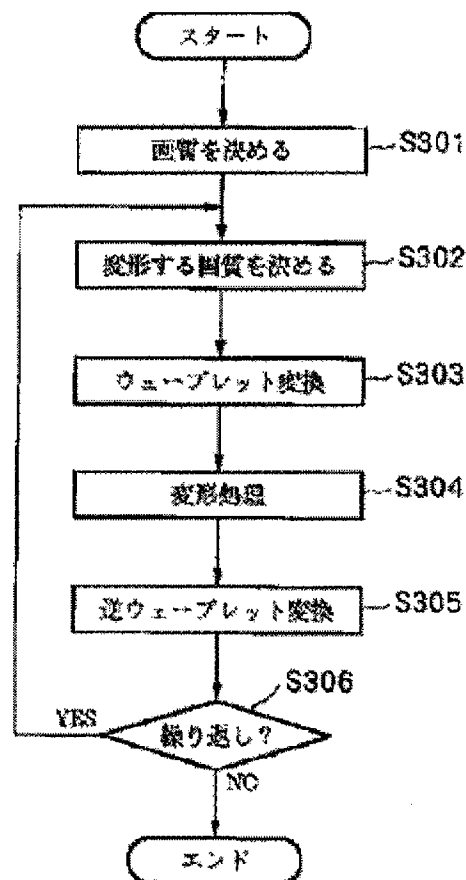
**Application number:** JP20010127986 20010425

**Priority number(s):** JP20010127986 20010425; JP20000163372 20000531

Report a data error here

## Abstract of JP2002057883

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To protect original data against tempering by embedding a digital watermark enduring against conspiracy attack and average value attack.  
**SOLUTION:** At first, an image quality available for an attacker through conspiracy attack is determined (S301). In this case, the image quality of an LL3 is that image quality. A part to be deformed in a high image quality part is then determined (S302). In this case, the part to be deformed in the high image quality part is HL1 which is shifted entirely by 1 bit to the right. An image prepared in units of block is subjected to wavelet conversion (S303) and reduced to respective frequency components before a selected high image quality part, i.e., the HL1, is deformed (S304). Following to the deformation processing, that block is subjected to reverse wavelet conversion and returned back to an image in units of block (S305).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**Family list****4** family members for: **JP2002057883**

Derived from 3 applications

[Back to JP2002057](#)**1 IMAGE PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING METHOD AND STORAGE MEDIUM****Inventor:** IWAMURA KEIICHI**Applicant:** CANON KK**EC:****IPC:** *G06T1/00; H04N1/387; H04N7/08* (+9)**Publication info:** **JP3780175B2 B2** - 2006-05-31**JP2002057883 A** - 2002-02-22**2 Image processing apparatus, image processing method and storage medium****Inventor:** IWAMURA KEIICHI (JP)**Applicant:****EC:** G06T1/00W**IPC:** *G06T1/00; H04N7/26; G06T1/00* (+2)**Publication info:** **US2002021808 A1** - 2002-02-21**3 IMAGE PROCESSING APPARATUS, IMAGE PROCESSING METHOD, AND STORAGE MEDIUM****Inventor:** IWAMURA KEIICHI (JP)**Applicant:** CANON KK (JP)**EC:** G06T1/00W**IPC:** *G06K9/00; G06K9/36; G06T1/00* (+5)**Publication info:** **US2007098214 A1** - 2007-05-03

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-57883  
(P2002-57883A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 0 0	G 0 6 T 1/00	5 0 0 B 5 C 0 6 3
H 0 4 N 7/08		H 0 4 N 7/08	Z 5 C 0 7 6
7/081			

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-127986(P2001-127986)  
 (22) 出願日 平成13年4月25日 (2001.4.25)  
 (31) 優先権主張番号 特願2000-163372(P2000-163372)  
 (32) 優先日 平成12年5月31日 (2000.5.31)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

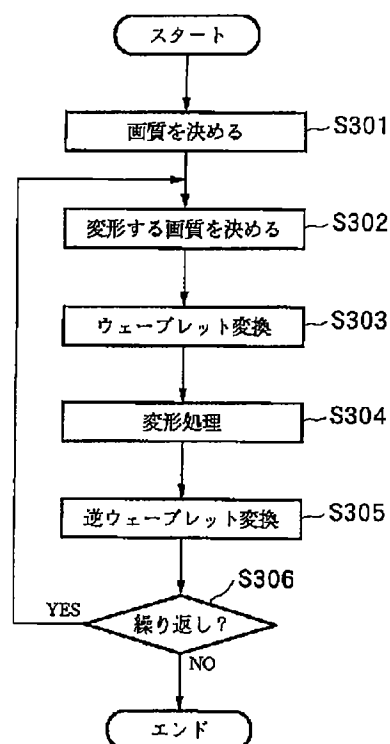
(71) 出願人 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (72) 発明者 岩村 恵市  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
 ノン株式会社内  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康徳 (外3名)  
 Fターム(参考) 5B057 BA24 BA26 CE08 CG05 CG07  
 CH01 CH08 CH18  
 5C063 AB05 CA23 CA29 CA36 CA40  
 DA07 DB09  
 5C076 AA14 BA06

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法並びに記憶媒体

## (57) 【要約】

【課題】 結託攻撃及び平均値攻撃に対して耐性のある電子透かしの埋め込みを行い、元データの改竄に対する保護を行うこと。

【解決手段】 まず、結託攻撃などによって攻撃者に得られても良い画質を決定する (S301)。ここでは、LL3の画質をその画質であるとする。次に、高画質部のうち変形を加える部分を決定する (S302)。ここでは、HL1を変形する高画質部として、HL1全体を右に1ビットシフトさせるとする。よって、用意されたブロック単位の画像に対してウェーブレット変換を行い (S303)、各周波数成分に分解し、選択された高画質部であるHL1に変形を行う (S304)。以上の変改処理が終わったら、このブロックに対して逆ウェーブレット変換を行い、ブロック単位の画像に戻す (S305)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルデータの基本的品質を維持するために必要な第1のデータ群と、詳細品質を維持するために必要な第2のデータ群とを備える前記デジタルデータを発生する発生手段と、  
該デジタルデータにおける第2のデータ群に変更を加える変更手段と、  
該変更が施された第2のデータ群に電子透かしを埋め込む埋め込み手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置であって、  
前記画像が有する周波数成分のうち、変更対象の周波数成分の範囲を設定する設定手段と、  
前記変更対象の周波数成分の範囲に含まれる周波数成分のうち少なくとも一つを変更する変更手段とを備え、  
当該変更手段により変更された周波数成分を含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 更に、前記画像が有する周波数成分を算出する周波数成分算出手段と、  
前記変更手段により変更された周波数成分を含む前記画像が有する周波数成分から画像を生成する画像生成手段とを備えることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記周波数成分算出手段はウェーブレット変換、離散コサイン変換を含み、前記画像生成手段は逆ウェーブレット変換、逆離散コサイン変換を含むことを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記変更手段による変更処理はビットシフト処理を含むことを特徴とする請求項2乃至4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置であって、  
前記画像を構成する各画素を多値表現した際に、多値表現された画素を構成する複数のビットのうち、変更対象のビットの範囲を設定する設定手段と、  
前記変更対象のビットの範囲に含まれるビットのうち少なくとも一つを変更する変更手段とを備え、  
当該変更手段により変更されたビットを含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 前記変更手段による変更処理は加減乗除算処理を含むことを特徴とする請求項2乃至6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記変更手段による変更手段はビット反転を含むことを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記変更手段はユーザ毎に変更することを特徴とする請求項2乃至8のいずれか1項に記載の画

像処理装置。

【請求項10】 デジタルデータの基本的品質を維持するために必要な第1のデータ群と、詳細品質を維持するために必要な第2のデータ群とを備える前記デジタルデータを発生する発生工程と、  
該デジタルデータにおける第2のデータ群に変更を加える変更工程と、  
該変更が施された第2のデータ群に電子透かしを埋め込む埋め込み工程とを備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項11】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理方法であって、  
前記画像が有する周波数成分のうち、変更対象の周波数成分の範囲を設定する設定工程と、  
前記変更対象の周波数成分の範囲に含まれる周波数成分のうち少なくとも一つを変更する変更工程とを備え、  
当該変更工程で変更された周波数成分を含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】 更に、前記画像が有する周波数成分を算出する周波数成分算出工程と、  
前記変更工程で変更された周波数成分を含む前記画像が有する周波数成分から画像を生成する画像生成工程とを備えることを特徴とする請求項11に記載の画像処理方法。

【請求項13】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理方法であって、  
前記画像を構成する各画素を多値表現した際に、多値表現された画素を構成する複数のビットのうち、変更対象のビットの範囲を設定する設定工程と、  
前記変更対象のビットの範囲に含まれるビットのうち少なくとも一つを変更する変更工程とを備え、  
当該変更工程で変更されたビットを含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項14】 コンピュータに読み込ませることで実行可能なプログラムコードを格納する記憶媒体であって、

デジタルデータの基本的品質を維持するために必要な第1のデータ群と、詳細品質を維持するために必要な第2のデータ群とを備える前記デジタルデータを発生する発生工程のプログラムコードと、  
該デジタルデータにおける第2のデータ群に変更を加える変更工程のプログラムコードと、  
該変更が施された第2のデータ群に電子透かしを埋め込む埋め込み工程のプログラムコードとを備えることを特徴とする記憶媒体。

【請求項15】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置として機能するプログラムコードを格納する記憶媒体であって、

前記画像が有する周波数成分のうち、変更対象の周波数成分の範囲を設定する設定工程のプログラムコードと、前記変更対象の周波数成分の範囲に含まれる周波数成分のうち少なくとも一つを変更する変更工程のプログラムコードとを備え、

当該変更工程で変更された周波数成分を含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする記憶媒体。

【請求項16】 更に、前記画像が有する周波数成分を算出する周波数成分算出工程のプログラムコードと、前記変更工程で変更された周波数成分を含む前記画像が有する周波数成分から画像を生成する画像生成工程のプログラムコードとを備えることを特徴とする請求項15に記載の記憶媒体。

【請求項17】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置として機能するプログラムコードを格納する記憶媒体であって、

前記画像を構成する各画素を多値表現した際に、多値表現された画素を構成する複数のビットのうち、変更対象のビットの範囲を設定する設定工程のプログラムコードと、前記変更対象のビットの範囲に含まれるビットのうち少なくとも一つを変更する変更工程のプログラムコードとを備え、

当該変更工程で変更されたビットを含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする記憶媒体。

【請求項18】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置であって、

前記画像を構成する各画素をブロック毎に分解し、ブロックに含まれる画素の平均の画素値を有する平均値画像を生成する生成手段と、ブロックに含まれる画素のうち、少なくとも一つの画素の値を変更する変更手段とを備え、

前記変更手段により値を変更された画素を含む画像に対して、電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項19】 前記変更手段による変更処理はブロックに含まれる画素の平均の画素値から正規分布となるように画素値を変更する処理を含むことを特徴とする請求項18に記載の画像処理装置。

【請求項20】 前記変更手段による変更処理は加減乗除算処理を含むことを特徴とする請求項18に記載の画像処理装置。

【請求項21】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理方法であって、前記画像を構成する各画素をブロック毎に分解し、ブロックに含まれる画素の平均の画素値を有する平均値画像を生成する生成工程と、ブロックに含まれる画素のうち、少なくとも一つの画素

の値を変更する変更工程とを備え、

前記変更工程で値を変更された画素を含む画像に対して、電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項22】 前記変更工程での変更処理は、ブロックに含まれる画素の平均の画素値から正規分布となるように画素値を変更する処理を含むことを特徴とする請求項21に記載の画像処理方法。

【請求項23】 前記変更工程での変更処理は、加減乗除算処理を含むことを特徴とする請求項21に記載の画像処理方法。

【請求項24】 画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理を実行するプログラムコードを格納し、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、前記画像を構成する各画素をブロック毎に分解し、ブロックに含まれる画素の平均の画素値を有する平均値画像を生成する生成工程のプログラムコードと、ブロックに含まれる画素のうち、少なくとも一つの画素の値を変更する変更工程のプログラムコードとを備え、前記変更工程で値を変更された画素を含む画像に対して、電子透かしの埋め込みを行うことを特徴とする記憶媒体。

【請求項25】 前記変更工程での変更処理は、ブロックに含まれる画素の平均の画素値から正規分布となるように画素値を変更する処理を含むことを特徴とする請求項24に記載の記憶媒体。

【請求項26】 前記変更工程での変更処理は加減乗除算処理を含むことを特徴とする請求項24に記載の記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置及び画像処理方法並びに記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年のコンピュータ及びネットワークの発達は著しく、文字データ、画像データ、音声データ等、多種の情報がコンピュータ内、ネットワーク内で扱われるようになってきている。

【0003】このようなデータはデジタルデータであるために、同質なデータの複製を容易に作成できる環境にある。このため、こうしたデータの著作権を保護するために、画像データや音声データの中に著作権情報や利用者情報を電子透かしとして埋め込む処理がなされる場合が多い。ここで、電子透かしとは画像データや音声データに所定の処理を施すことによって、これらのデータに対して密かに別の情報を埋め込む技術である。

【0004】この電子透かしのデータを抽出することにより著作権情報や利用者情報、及び識別情報などを得ることが出来、不正コピーを追跡することが可能とな

る。

【0005】電子透かしに求められる第1の条件は埋め込まれた情報が知覚できない、すなわち元のデジタル情報の品質(画質)劣化が少なく埋め込まれることである(品質)。第2の条件はデジタル情報の中に埋め込まれた情報が残り続ける、すなわちデータ圧縮やフィルタ処理のような編集や攻撃によっても埋め込まれた情報が失われないことである(耐性)。第3の条件は用途に応じて埋め込める情報の情報量が選択できることである(情報量)。電子透かしに求められるこれらの条件は一般的に互いにトレードオフの関係にある。例えば、耐性の強い電子透かしを実現しようとした場合、比較的大きな品質劣化が生じ、埋め込む情報量は少なくなることが多い。

【0006】また、多値の静止画像を例にとると電子透かしを埋め込む方法は空間領域に埋め込む方式と周波数領域に埋め込む方式の二つに大きく分類でき、下記のような種々の方法が知られている。

【0007】空間領域に埋め込む方式の例としては、パッチワークによるものとしてIBMの方式(W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, Techniques for Data Hiding, "Proceedings of the SPIE, San Jose CA, USA, February 1995)やG. B. Rhoads, W. Linn: "Steganography method employing embedded", USP Patent Number 5,636,292などが挙げられる。

【0008】周波数領域に埋め込む方式の例としては、離散コサイン変換を利用するものとしてNTTの方式(中村, 小川, 高鳴, "デジタル画像の著作権保護のための周波数領域における電子透かし方式", SCIS' 97-26A, 1997年1月)の他に、離散フーリエ変換を利用するものとして防衛大の方式(大西,

$$G_i = A + W_i$$

ここで、ユーザjとkとmが結託して、互いの電子透かし入り画像G<sub>j</sub>とG<sub>k</sub>とG<sub>m</sub>を比較しG<sub>m</sub>にG<sub>j</sub>とG<sub>k</sub>の差分を加えた画像G<sub>x</sub>を生成すると決定した場合、こ

$$G_x = G_m + (G_j - G_k) = A + W_m + W_j - W_k = A + W_x \quad (2)$$

この画像G<sub>x</sub>はオリジナル画像AにW<sub>x</sub> = W<sub>m</sub> + W<sub>j</sub> - W<sub>k</sub> (W<sub>x</sub> << A)という改ざんされた透かし情報を埋め込んだ画像と等価であり、ユーザj, k, mに配布された透かし情報と異なるためにこのG<sub>x</sub>を不正に配布してもユーザj, k, mを特定することは一般にはできない。

【0012】結託攻撃は上記の例のように少数のユーザの結託によって実現できるが、透かし情報を改ざんできてもこの透かし情報を完全に埋め込んだ画像から消去することは困難である。それに対して多くのユーザが結託する、または多くの異なる電子透かし情報が埋め込まれ

$$G = \sum G_i / n = (\sum A + \sum W_i) / n = A + \sum W_i / n = A \quad (3)$$

【発明が解決しようとする課題】よって、本発明は上記の問題点を鑑み、上記のような結託攻撃及び平均値攻撃

岡, 松井, "PN系列による画像への透かし署名法", SCIS' 9726B, 1997年1月)や離散ウェーブレット変換を利用するものとして三菱, 九大の方式(石塚, 坂井, 櫻井, "ウェーブレット変換を用いた電子透かし技術の安全性と信頼性に関する実験的考察", SCIS' 97-26D, 1997年1月)及び松下の方式("ウェーブレット変換に基づくデジタル・ウォーターマーカー画像圧縮, 変換処理に対するロバスト性について", 井上, 宮崎, 山本, 桂, SCIS' 98-3. 2. A, 1998年1月)などが挙げられる。

【0009】しかし、上記のような従来の電子透かしの埋め込み手法は以下に述べるような人為的な攻撃に対してはほとんど耐性をもたない。例えば、同じ画像に利用者毎に異なる透かし情報を入れて配布する場合、複数の透かし情報入り画像を比較すれば、その差分から挿入されている透かし情報を部分的に検出することができる(このような人為的な攻撃は結託攻撃と呼ばれる)。その検出された差分情報を消去あるいは改ざんすれば、透かし情報を消去あるいは改ざんしたことになり不正に電子画像を配布しても不正者を特定することはできない(特に、差分情報から他人の透かし情報が類推できれば変形させて他者に罪を着せることもできる)。これを概念的に式で表現すれば次のように書ける。オリジナルの画像をAと表現し、それに加えるユーザi (i = 1, 2, ..., n)に対する電子透かし情報をW<sub>i</sub>と表現すれば、ユーザiに配布される電子透かし入り画像G<sub>i</sub>は式(1)のように表現できる。ただし、電子透かし情報はオリジナルの信号レベルに対して非常に小さいレベルの変動であるので、W<sub>i</sub> << Aである。

【0010】

(1)

の画像G<sub>x</sub>は以下ようになる。

【0011】

た同じ画像を集めれば、それらの画像の平均値を取ることによって画像情報の小さな変更である透かし情報はほぼ完全に消去することができる。この攻撃は一般に透かし情報W<sub>i</sub>は乱数的な信号であり、その平均をとれば0になることによる。この攻撃は平均値攻撃と呼ばれる。平均値攻撃によって得られる画像をGとし、透かし情報の平均値を $\sum W_i / n = 0$  (i = 1, 2, ..., n)とすると、Gはオリジナル画像であるAと同じになることが以下のように示せる。

【0013】

に対して耐性のある電子透かしの埋め込みを行うことで、元データの改竄に対する保護を行うことを目的とす

る。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成するために、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

【0015】すなわち、デジタルデータの基本的品質を維持するために必要な第1のデータ群と、詳細品質を維持するために必要な第2のデータ群とを備える前記デジタルデータを発生する発生手段と、該デジタルデータにおける第2のデータ群に変更を加える変更手段と、該変更が施された第2のデータ群に電子透かしを埋め込む埋め込み手段とを備える。

【0016】本発明の目的を達成するために、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

【0017】すなわち、画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置であって、前記画像が有する周波数成分のうち、変更対象の周波数成分の範囲を設定する設定手段と、前記変更対象の周波数成分の範囲に含まれる周波数成分のうち少なくとも一つを変更する変更手段とを備え、当該変更手段により変更された周波数成分を含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行う。

【0018】更に、前記画像が有する周波数成分を算出する周波数成分算出手段と、前記変更手段により変更された周波数成分を含む前記画像が有する周波数成分から画像を生成する画像生成手段とを備える。

【0019】本発明の目的を達成するために、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

【0020】すなわち、画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置であって、前記画像を構成する各画素を多値表現した際に、多値表現された画素を構成する複数のビットのうち、変更対象のビットの範囲を設定する設定手段と、前記変更対象のビットの範囲に含まれるビットのうち少なくとも一つを変更する変更手段とを備え、当該変更手段により変更されたビットを含む前記画像に対して電子透かしの埋め込みを行う。

$$G_i = A_0 + B_i + W_i$$

この画像  $G_i$  に対して従来の技術で示した同様の結託攻撃を行うと次のようになる。

$$\begin{aligned} G_x &= G_m + (G_j - G_k) \\ &= A_0 + (B_m + B_j - B_k) + (W_m + W_j - W_k) \\ &= A_0 + B_x + W_x \quad (7) \end{aligned}$$

$B_m, B_j, B_k$  は各々異なるように  $B_i$  を変形した高周波成分であり、一般に信号レベルは電子透かし情報のための信号に比べて小さくなるので、その合成信号である  $B_x$  は雑音信号になる。よって、 $G_x$  は低画質画像  $A_0$  に雑音成分  $B_x$  と電子透かし情報  $W_x$  を合成した合成画像になる。合成画像  $G_x$  に含まれる電子透かし情報  $W_x$  は改竄されているが、合成画像  $G_x$  の画質は低画質成分である  $A_0$  に雑音成分である  $B_x$  が加えられたものに

$$G = \sum G_i / n = \sum A_0 / n + \sum B_i / n + \sum W_i / n$$

【0021】本発明の目的を達成するために、例えば本発明の画像処理装置は更に以下の構成を備える。

【0022】すなわち、画像に対して電子透かしの埋め込みを行う画像処理装置であって、前記画像を構成する各画素をブロック毎に分解し、ブロックに含まれる画素の平均の画素値を有する平均値画像を生成する生成手段と、ブロックに含まれる画素のうち、少なくとも一つの画素の値を変更する変更手段とを備え、前記変更手段により値を変更された画素を含む画像に対して、電子透かしの埋め込みを行う。

【0023】

【発明の実施の形態】以下添付図面に従って、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

【0024】〔第1の実施形態〕オリジナル画像に対する本実施形態の電子透かしの埋め込みは、以下の手順で行う。まずオリジナル画像に対して結託攻撃や平均値攻撃を行う攻撃者に得られても良い画質（比較的低画質）の画像を定め、それ以上の画質になる画像を各ユーザ毎に変更する。そしてこの変更を行ったのちに、電子透かしの埋め込みを行う。

【0025】以上の手順を概念的に式で表現すると以下のように表せる。

【0026】オリジナル画像  $A$  を低画質成分  $A_0$  と、高画質成分  $B$  の合成されたものとし、以下のように表す。

$$A = A_0 + B \quad (4)$$

ここで、ユーザ  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) に対して高画質成分  $B$  を変更した際に得られる高画質成分を  $B_i$  と表現すれば、ユーザ  $i$  に対する変形画像  $A_i$  は以下のように表現できる。 $B_i$  は高画質成分、すなわち高周波成分であるので一般に少しの変動は人間の目には知覚されない。

$$A_i = A_0 + B_i \quad (5)$$

このユーザ  $i$  に対する変形画像  $A_i$  に、電子透かし  $W_i$  を埋め込んだ電子透かし画像  $G_i$  は次のようになる。

【0029】

(6)

【0030】

なる。よって、この合成画像  $G_x$  の画質は  $A_0$  以下であり、従来の技術で示した結託攻撃時の合成画像よりも画質劣化が大きい。

【0031】また、平均値攻撃に対しては以下のようになる。一般に異なる高周波成分の平均値  $\sum B_i / n$  もまた雑音成分と考えられる。

【0032】

$$=A0+\sum B_i/n \quad (8)$$

よって、平均値攻撃によって得られる合成画像Gは低画質画像A0に雑音成分 $\sum B_i/n$ が負荷された画像になり、結託攻撃時と同様、この合成画像Gの画質はA0以下となる。つまり、従来の技術で示した平均値攻撃の合成画像よりも画質劣化が大きい。

【0033】以上の方法で電子透かしの埋め込みを行った画像は、例えば結託攻撃を受ければ受けるほどその画質を低下させるために、元の画質を保持したまま、元の電子透かし情報だけを変更した画像の生成はできない。

【0034】一方、以上の方法で電子透かしの埋め込みを行った画像は、例えば平均値攻撃を受けてもオリジナル画像は得られない。

【0035】以下に、本実施形態における電子透かしの埋め込み処理の具体例を離散ウェーブレット変換を用いた場合で説明する。

【0036】まず、ウェーブレット変換について説明する。ウェーブレット変換は、入力された多値画像データに対して後述のような所定数の周波数帯域（以降サブバンドと称する）に分解する変換である。

【0037】図1にウェーブレット変換を行う際の処理の概略構成図と、図2にこの構成による処理（ウェーブレット変換）により生成されるサブバンドの概念図を示

$$r(n) = [(X(2n) + x(2n+1)) / 2] \quad (9)$$

$$d(n) = x(2n+2) - x(2n+3) \\ + [(-r(n) + r(n+2) + 2) / 4] \quad (10)$$

但し、 $[x]$ は、 $x$ を越えない最大の整数とする。図1に示した構成のウェーブレット変換の処理は、この様にフィルタ処理とサブサンプリングを上述の通り水平方向及び垂直方向に順次繰り返し、各ブロック画像を複数のサブバンドに順次分割してゆく。

【0043】図2は、図1に示した上述のウェーブレット変換処理により得られた各サブバンドの名前と、空間的な位置関係を表したものであり、各サブバンド内にはそれに対応する変換係数（周波数成分）が含まれている。図2においてLL3は最も低い低周波成分を含む領域であり、画質的に最も粗い画像であるといえる。LH3、HL3、HH3はLL3の次に低周波な領域であり、LH2、HL2、HH2はその次の低周波領域である。最後にLH1、HL1、HH1は最も高周波成分を含む領域である。

【0044】図7に上述の電子透かしの埋め込みを行う本実施形態の画像処理装置の概略構成を示す。

【0045】同図において、ホストコンピュータ701は例えば一般に普及しているパソコンであり、スキャナ714から読み取られた画像を入力し、編集・保管することが可能である。更に、ここで得られた画像をプリンタ715から印刷させることが可能である。また、ユーザーからの各種マニュアル指示等は、マウス712、キーボード713からの入力により行われる。

す。

【0038】図1において入力される多値画像データ $x$ は、同図に示すとおり水平、垂直各方向について低域通過フィルタH0及び高域通過フィルタH1の何れかを通過し、フィルタを通過する毎にサブサンプリングを行うことで複数の周波数帯域に分解される。

【0039】図2は、横Wb画素、縦Hb画素に相当する多値画像データに対して、図1に示す3段階の変換を行った処理結果を示したものである。なお元画像の所定の領域に対して、水平方向、垂直方向に低域通過フィルタ、高域通過フィルタを用いて一回変換した段階で、1段階の変換とする。

【0040】図2に示すブロックのサイズは、本実施形態において処理する単位の画像（ブロック画像）のサイズ（Wb×Hb）に対応している。

【0041】例えば、多値画像データ $x$ に対して低域通過フィルタ、及びサブサンプリングを施した結果 $r$ は、以下の式（9）の関係式で表され、高域通過フィルタH1、及びサブサンプリングを施した結果 $d$ は、式（10）の関係式で表される。

【0042】

【0046】ホストコンピュータ701の内部では、バス717により後述する各ブロックが接続され、種々のデータの受け渡しが可能である。

【0047】図中、703は、内部の各ブロックの動作を制御したり、或いはROM704やRAM705等に記憶されたプログラムを実行することのできるCPUである。

【0048】704は、印刷されることが認められていない特定画像を記憶したり、あらかじめ必要な画像処理プログラム等を記憶しておくROMである。

【0049】705は、CPU703が各種の処理を行うために、一時的にプログラムや処理対象の画像データを格納しておくRAMである。

【0050】706は、RAM705等に転送されるプログラムや画像データをあらかじめ格納したり、処理後の画像データを保存することのできるハードディスク（HD）である。

【0051】707は、原稿或いはフィルム等から画像データを生成し、入力するための外部のCCD、スキャナ714と接続するためのスキャナインターフェイス（I/F）である。

【0052】708は、外部記憶媒体の一つであるCD（CD-R）に記憶されたデータを読み込み或いは書き出すことのできるCDドライブである。



【0053】709は、CDドライブ708と同様にフロッピー（登録商標）ディスク（FD）からの読み込み、FDへの書き出しができるFDドライブである。710はDVDからの読み込み、DVDへの書き出しができるDVDドライブである。

【0054】尚、CD、FD、DVD等に画像編集用のプログラム、或いはプリンタドライバが記憶されている場合には、これらプログラムを夫々に応じたドライブからHD706上にインストールし、必要に応じてRAM705に転送されるようになっている。

【0055】711は、マウス712或いはキーボード713からの入力指示を受け付けるためにこれらと接続されるインターフェイス（I/F）である。

【0056】以上の概略構成を備える画像処理装置による（電子透かしの埋め込み処理の前に行う）、オリジナル画像に対する変更処理のフローチャートを図3を用いて説明する。なお本フローチャートに従った処理が実行される前に、すでにオリジナル画像がスキャナ714、もしくは各ドライブ（CDドライブ708、FDドライブ709、DVDドライブ710）のうち一つから読み込まれ、RAM705に格納されたプログラムコードによりブロック単位で分割されているものとする。このブロック単位の画像が以下に説明する処理の対象の画像となる。

【0057】まず、結託攻撃などによって攻撃者に得られても良い画質を決定する（ステップS301）。ここでは、LL3の画質をその画質であるとする。よって、LL3以外のLH3～HH1はLL3より高画質な画像を生成する高画質部（成分）となる。次に、高画質部のうち変形を加える部分を決定し、マウス712もしくはキーボード713を用いて指示する（ステップS302）。ここでは、HL1を変形する高画質部として、HL1全体を右に1ビットシフトさせるとする。よって、用意されたブロック単位の画像に対してウェーブレット変換を行い（ステップS303）、図2に示す各周波数成分に分解し、選択された高画質部であるHL1を図4に示すように変形を行う（ステップS304）。なお、変形のとき、はみ出たHL1の右端は図4のように足りなくなったHL1の左端に挿入しても良いし、右端は捨ててHL1の左端をコピーして足りなくなった左端としても良い。以上の変形処理が終わったら、このブロックに対して逆ウェーブレット変換を行い、ブロック単位の画像に戻す（ステップS305）。なおこのブロック単位の画像はステップS304における処理により、周波数成分においてHL1に相当する画質が変形されている画像となっている。

【0058】次に、上述の処理を繰り返すかどうかを決定する（ステップS306）。つまり、他に変形する画質に相当する周波数帯域を決定し、変形するか否かを決定する。繰り返す場合、高画質部のうち変形を加える部

分を決定するステップS302に処理を戻す。ここでは、HL2を変形する高画質部として、HL2全体を上1ビットシフトさせるとする（図4参照）。その結果、上述の処理と同様にウェーブレット変換を行い、決定された変形をHL2に行う。そして再度ステップS306において処理を繰り返すかどうかを決定し、繰り返さない場合処理を終了する。

【0059】上記変形例ではHL1を1ビット右、HL2を1ビット上にした場合を説明したが、ビットシフトの方向やビットシフト量はこの例には限定されない。また、その周波数成分中の画素の振幅の加減乗除による操作も含めれば、この変形の組み合わせは限りなく考えられる。変形手法の選択はランダム関数などを用いて行っても良いし、ユーザIDなどと関連させて行っても良い。また、ウェーブレット変換は変形処理のとき毎回行わず、ブロック単位の画像に対して最初に一回行い、ステップS306において繰り返さないと判断した場合に最後に逆ウェーブレット変換を行っても良い。

【0060】そして以上の処理が終わった時点で、変更した画像に対する電子透かしの埋め込み処理を行う。

【0061】図6に本実施形態における電子透かしの埋め込み処理の大まかな流れを示す。601は画像変形処理部であり、処理対象のブロック単位の画像の高画質成分BをBiに変形し、式（5）に示した変形画像Aiを生成する。602は電子透かし埋め込み部であり、画像に電子透かし情報Wiを埋め込み、式（6）の電子透かし入り画像Giを生成する。この電子透かし埋め込み処理は前述したような周波数領域に埋め込む手法や空間領域に埋め込む手法など種々の手法を用いることができる。また、ウェーブレット変換部と逆変換部を画像変形処理部と共有できるので、画像変形処理部の前にウェーブレット変換を1度行い、電子透かし埋め込み後に1度ウェーブレット逆変換を行うこともできる。

【0062】図5に図6の処理によって得られたユーザ毎に異なる変形を行った電子透かし入り画像を示す。501は前に説明したHL1を右、HL2を上1ビットずらした画像であり、502はHL1を左、HL2を下、LH3を右1ビットずらした画像であり、503はLH1を上、HL3を右、HH2を右1ビットずらした画像であり、504はLH2を下、HH1を左、HH3を左1ビットずらした画像である。これらの画像（501～504）を結託攻撃によって比較した場合、LL3より高い画質の部分はすべての画像で異なっているために、式（7）で説明したようにLL3以下の画質の画像しか得られないことは明らかである。さらに、平均値攻撃によって各画像の平均をとってもLL3より上の画質の部分はすべて異なっているために、式（8）に示すようにLL3以下の画質の画像しか得られないことも明らかである。

【0063】以上説明したように、本実施形態における画像処理装置及びその方法により、電子透かしの埋め込

まれた画像に対して結託攻撃を行っても、また平均値攻撃を行ってもオリジナル画像に対して雑音成分が重畳されていく一方で、オリジナル画像を求めることができない。その結果、元データ（オリジナル画像）に対する改竄の保護を行うことができる。

【0064】〔第2の実施形態〕第1の実施形態では具体例としてブロック単位の画像に対して周波数変換する際にウェーブレット変換を用いて説明したが、本実施形態ではウェーブレット変換の他にも周波数変換の方法として離散コサイン変換を用いる。ウェーブレット変換の代わりに離散コサイン変換を用いた場合、離散コサイン変換においても周波数成分は高周波成分から低周波成分に分解される。図8に分解された周波数成分を示す。図8において左上の画素が最も低周波成分であり、矢印の方向順に高周波成分になっていく。

【0065】本実施形態におけるオリジナル画像に対する変更処理は、図3に示したフローチャートで各ステップにおける処理を以下のようにしたフローチャートに従った処理となる。

【0066】ステップS301において、例えば、図8に示した矢印の方向順で32番目の周波数以下の低周波成分を攻撃者に得られても良い画質とする。次に、ステップS302において、例えば、図8に示した矢印の方向順で33番目以降の周波数成分を变形する対象の画質と決定し、ステップS303において離散コサイン変換を行い、ステップS304において、上述の33番目の周波数成分に対して、所定の値を引く。そしてステップS305において逆離散コサイン変換を行い、ステップS306において、次の周波数成分（ここでは34番目の周波数成分）に対して、上述の33番目の周波数成分に対して行った処理を行うか否かを判断する。

【0067】以上、示したフローチャートに従った処理により、本実施形態におけるオリジナル画像に対する変更処理を行うことができる。そして本フローチャートに従った処理が終わった時点で、電子透かしの埋め込み処理を行うことができる。

【0068】上記変形例では選択した周波数成分からある値を引く場合を説明したが、他の四則演算を用いても良く、また量子化などの処理を行っても良い。また、各周波数成分毎の引く値の選択はランダム関数などを用いても良いし、ユーザIDなどに関連させて行っても良く、変形の組み合わせは限りなく考えられる。また、第1の実施形態と同様、画像変形を行った後は図6に示す602における電子透かし埋め込みを行う。

【0069】以上の処理をユーザ毎に異なる値を選択して行った場合、各ユーザともに33番目以上の周波数成分はランダムな値をもつために結託攻撃や平均値攻撃に対して式(7)、(8)に示すように低画質の画像しか得られないことは明らかである。

【0070】以上説明したように、本実施形態における

画像処理装置及びその方法により、周波数変換の種類に関わらず、第1の実施形態と同様に結託攻撃や平均値攻撃に対して耐性を持つ電子透かしの埋め込みを行うことができ、元データ（オリジナル画像）の改竄に対する保護を行うことができる。

【0071】〔第3の実施形態〕前述の第1、2の実施形態ではブロック単位の画像に対して、一旦直交変換を施し、周波数空間において上述の変更処理を行ってきたが、本実施形態では、実画像空間上の画素に対して直接変更処理を行う。図10に示した本実施形態の処理のフローチャートを参照して、以下同処理について説明する。

【0072】多値画像は各画素が図9のようにMSBからLSBまで複数ビットで構成されている。MSBは画像の基本的濃度を表すビットに相当し、LSBに行くほど画像の詳細濃度を表すビットに相当する。ここでは1画素は8ビットで構成されているとし、図9においてMSB（1ビット目）から4ビット目までの画像を結託攻撃などによって攻撃者に得られても良い画質と決定する（ステップS1001）。よって、5ビット目からLSBまでは高画質な画像を生成する高画質部となる。次に、高画質部のうち変形を加える部分を決定する（ステップS1002）。ここでは、ある画素の6ビット目を、各実施形態で示したような変形対象の高画質部とする。具体的にはビット反転する（ステップS1003）。次に、処理を繰り返すかどうかを決定する（ステップS1004）。繰り返す場合、高画質部のうち変形を加える部分を決定するステップS1002に処理を戻す。ここでは、いくつかのビット及び画素に同様の処理を繰り返す。予定した画素の変形が終われば終了する。

【0073】上述の説明では選択した画素に対して1ビット反転を行う場合を説明したが、その画素値からある値を引くなどの処理を行っても良い。また、画素値の選択や処理の選択はランダム関数などを用いても良いし、ユーザIDなどに関連させて行っても良く、変形の組み合わせは限りなく考えられる。また、上述の画像変形を行った後は第1、2の実施形態と同様に電子透かしの埋め込みを行う。

【0074】その結果、以上の処理をユーザ毎に異なるビットを選択して行った場合、各ユーザともに5ビット目以上はランダムな値をもつために結託攻撃や平均値攻撃に対して式(7)、(8)に示すように低画質の画像しか得られないことは明らかである。

【0075】以上、説明したように本実施形態では直交変換係数に対してでなく、直接画素に対して上述の変更処理を行うので、第1、2の実施形態と同様に、結託攻撃や平均値攻撃に対して耐性の強い画像を生成することができる。

【0076】〔第4の実施形態〕図11Aを $32 \times 32$ の画素からなる原画像とし、図11Bを図11Aの画像

から4×4の画素ごとに平均値をとった平均値画像とする。また、図11Bを攻撃者に得られてもよい低画質画像とする。この場合、4×4のブロックの各画素をその平均値を中心に正規分布となるようにユーザごとに変形させて、各ユーザに配布する。

【0077】例えば図12の各点は1つのブロック内の画素値（簡単のため8点で表す）を表し、線はそのブロックに含まれる画素の値の平均値を表すとする。図12Aを原画像として、図12B～図12Dのように各画素を変形すると、各ブロックの平均値は同じになるが、各ブロックは異なり、かつ各々のブロックに平均値攻撃をすれば各画素とも平均値となることがわかる。よって、図11Aの各ブロックに含まれる各画素に対して、平均値を中心に正規分布となるようにユーザごとに変形させて、各ユーザに配布した場合、結託攻撃が行われても攻撃者は図11Bの平均値画像しか得られないのは明らかである。

【0078】また、本実施形態は32×32画素の画像を例に取り、4×4のブロックに分割した例を示したが、画素数に限定はなく、M×Nの画像をm×nのブロックに分割する場合について有効であることは明らかである。

【0079】よって、実施手順としては図10と同様になる。すなわち、画素ブロック毎の平均値をとり結託攻撃などによって攻撃者に得られても良い画質を決定する（ステップS1001）。よって、各画素の平均値とのずれが高画質な画像を生成する高画質部となる。次に、高画質部のうち変形を加える部分を決定する（ステップS1002）。ここでは、分割した画像のうち任意のブロックを選択しても良いし、ユーザごとのID情報または鍵情報などに応じて変形ブロックを選択してもよい。次に、各画素を平均値を中心に正規分布になるようにユーザごとに変形させる（ステップS1003）。次に、処理を繰り返すかどうかを決定する（ステップS1004）。繰り返す場合、高画質部のうち変形を加える部分を決定するステップS1002に処理を戻す。予定した画素の変形が終われば終了する。

【0080】また、画像は空間上の画像に限らず、周波数上の画像でもよいことは明らかである。例えば、図2に示したウェーブレット変換画像を周波数成分毎でなく、各周波数成分内を本実施形態に示すように分割してずらす、または平均値を中心に値を変えるなどできることも明らかである。

【0081】以上、説明したように本実施形態は周波数変換の種類や空間的な処理に関わらず実行することができる。さらに、周波数や空間を用いる画像の変形を組み合わせることもできることは明らかである。

【0082】〔第5の実施形態〕前記の第1乃至4の実施形態では埋め込み対象として画像に関して説明したが、画像への電子透かしに限らず、動画像やテキスト、

音声等種々のデータに対しても有効であることは明らかである。

【0083】また、埋め込まれる情報はアスキーコードなどの他に、暗号化データまたは圧縮符号化データ等、種々のデータを含む。

【0084】なお、本発明は上記各実施形態に限らない。すなわち、処理対象となるデジタル（画像）データ中に、基本的品質（画質）を保持するために必要な第1のデータ群と、詳細品質（画質）を維持するために必要な第2のデータ群とを備え、第2のデータ群に上述した種々の変更（本来の第2のデータ群が表す意味の変更）を加えた後に電子透かしを埋め込む構成であれば、本発明の主要の概念に含まれる。

【0085】〔その他の実施形態〕本発明は上記実施の形態を実現するための装置及び方法及び実施の形態で説明した方法を組み合わせる方法のみに限定されるものではなく、上記システム又は装置内のコンピュータ（CPUあるいはMPU）に、上記実施の形態を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システムあるいは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施の形態を実現する場合も本発明の範疇に含まれる。

【0086】またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が上記実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

【0087】この様なプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM等を用いることができる。

【0088】また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみに従って各種デバイスを制御することにより、上記実施の形態の機能が実現される場合だけではなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施の形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の範疇に含まれる。

【0089】更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能格納ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施の形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれる。

【0090】なお本発明を上記の記憶媒体に適応した場

合に、その記憶媒体には図3又は10に示したフローチャート、又は第2の実施形態において説明したフローチャートに従ったプログラムコードが格納されることになる。

【0091】

【発明の効果】上述の説明から明らかなように、本発明によって結託攻撃及び平均値攻撃に対して耐性のある電子透かしの埋め込みを行うことができ、元データの改竄に対する保護を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウェーブレット変換を行う際の処理の概略構成図である。

【図2】ウェーブレット変換により生成されるサブバンドの概念図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における画像処理装置による、オリジナル画像に対する変更処理のフローチャートである。

【図4】本発明の第1の実施形態における画像処理装置による、オリジナル画像に対する変更処理を説明する図である。

【図5】本発明の第1の実施形態におけるユーザ毎に異

なる変形を行った電子透かし入り画像を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施形態における電子透かしの埋め込み処理の大まかな流れを示す図である。

【図7】本発明の第1の実施形態における画像処理装置の概略構成を示す図である。

【図8】分解された周波数成分を示す図である。

【図9】多値画像を説明する図である。

【図10】本発明の第3の実施形態におけるオリジナル画像に対する変形処理を示すフローチャートである。

【図11A】32×32の画素からなる画像を示す図である。

【図11B】図11Aの画像を4×4の画素ごとに平均値をとった平均値画像を示す図である。

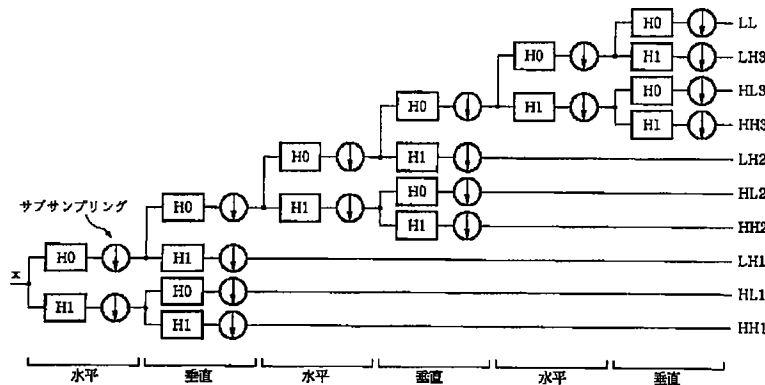
【図12A】1つのブロック内の画素値を表す図である。

【図12B】1つのブロック内の画素値を表す図である。

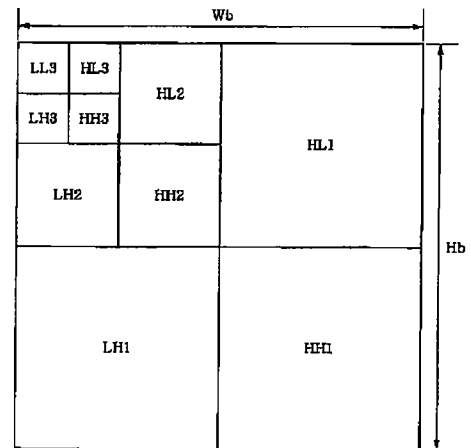
【図12C】1つのブロック内の画素値を表す図である。

【図12D】1つのブロック内の画素値を表す図である。

【図1】

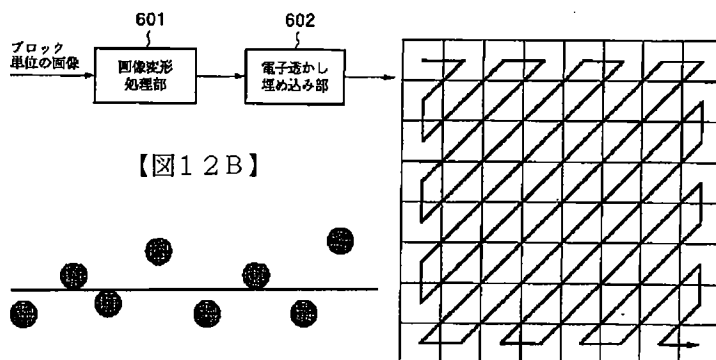


【図2】



【図6】

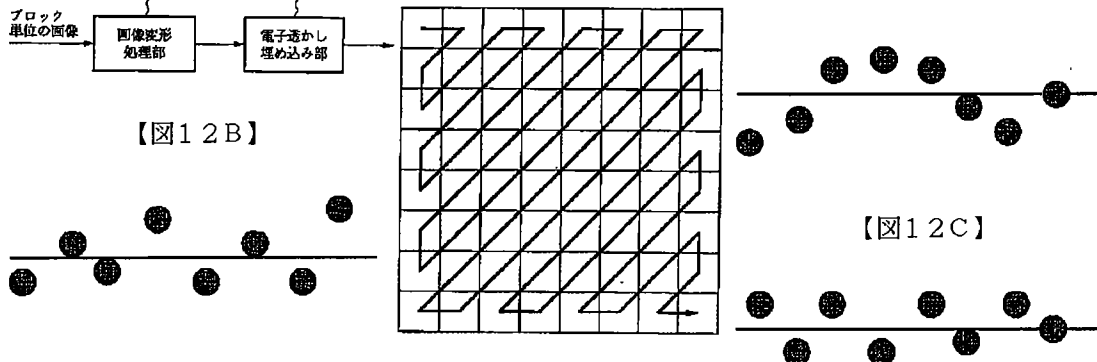
【図8】



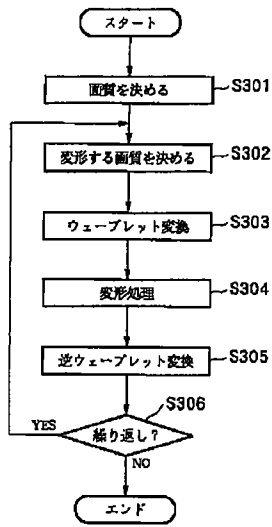
【図12A】

【図12B】

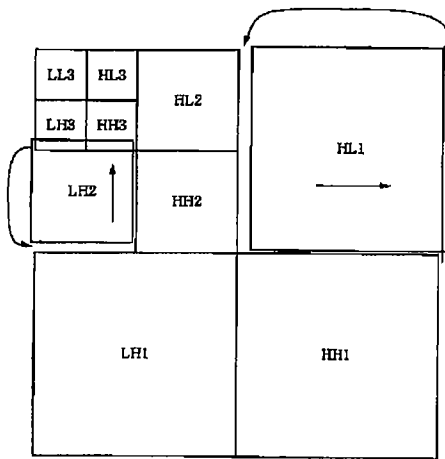
【図12C】



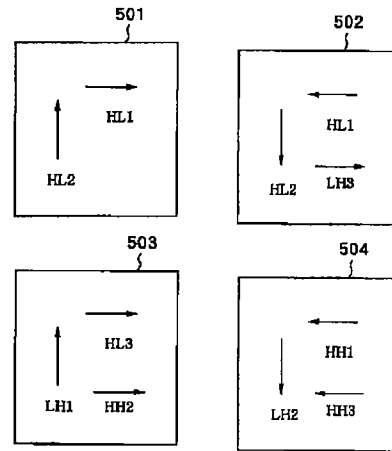
【図3】



【図4】

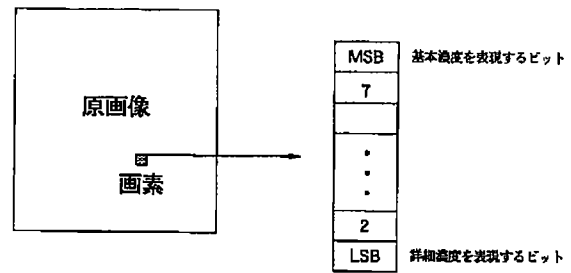
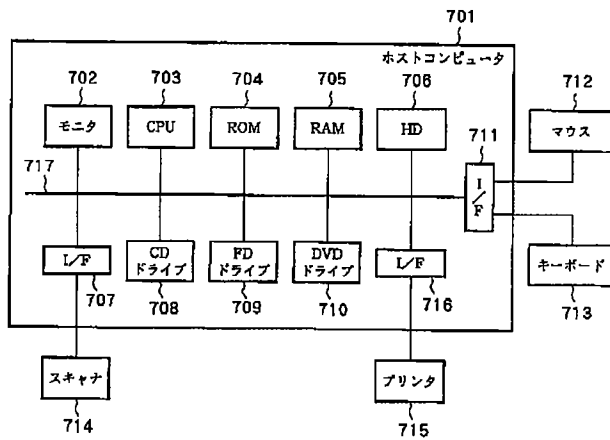


【図5】



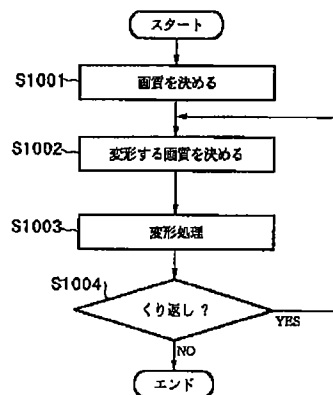
【図9】

【図7】

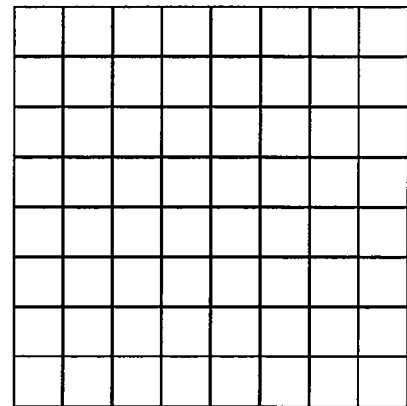
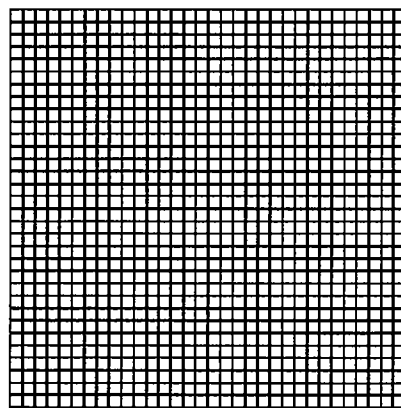


【図11B】

【図10】



【図11A】



【図12D】

